



## 화학물질 안전관리를 위한 위험물 사고 발생보고서 개선연구

고문수<sup>\*,\*\*</sup> · 장현준<sup>\*</sup> · 성춘모<sup>\*</sup> · 이훈기<sup>\*\*\*</sup> · 이봉우<sup>\*\*\*\*</sup> · †신동일<sup>\*\*\*\*\*</sup>

\*안성소방서, \*\*명지대학교 재난안전학과 박사, \*\*\*명지대학교 재난안전학과 석사과정,  
\*\*\*\*서울디지털대학교 소방방재학과 교수, \*\*\*\*\*명지대학교 화학공학과/재난안전학과 교수  
(2021년 9월 10일 접수, 2022년 2월 24일 수정, 2022년 2월 25일 채택)

## A Study on the Improvement of Hazardous Materials Accident Report for Chemical Safety Management

Moon-Soo Goh<sup>\*,\*\*</sup> · Hyeon-Jun Jang<sup>\*</sup> · Chun-Mo Seong<sup>\*</sup>  
Hunggi Lee<sup>\*\*</sup> · Bong-Woo Lee<sup>\*\*\*</sup> · †Dong-il Shin<sup>\*\*\*\*,\*\*\*\*\*</sup>

\*Anseong Fire Station, 855 Miyang-ro, Anseong, Gyeonggi-do 17595, Korea

\*\*Department of Disaster and Safety, Myongji University, 116 Myongji-ro, Cheoin-gu, Yongin, Gyeonggi-do 17058, Korea

\*\*\*Department of Fire and Disaster Protection Engineering, Seoul Digital University, 424, Gonghang-daero, Gangseo-gu, Seoul, Korea

\*\*\*\*Department of Chemical Engineering, Myongji University, 116 Myongji-ro, Cheoin-gu, Yongin, Gyeonggi-do 17058, Korea

(Received September 10, 2021; Revised February 24, 2022; Accepted February 25, 2022)

### 요약

화학물질은 사회 전반에 다양하게 사용되고 있어 사용량은 앞으로도 증가할 것으로 예상된다. 이에 따른 화학물질 및 위험물과 관련한 다양한 사고가 발생하고 있으며 발생 빈도 또한 지속해서 증가할 것으로 보인다. 이에 본 연구를 통해 화학물질 및 위험물 사고 발생에 따른 각 관련 기관별 사고 조사서, 관리시스템의 분석을 통해 문제점 및 개선 방향을 제시하고, 조사서 입력 시스템을 개선하여 화학물질 및 위험물 사고조사에 따른 세부 정보 수집 및 통계산출에 효율을 높임으로써, 화학물질 및 위험물 사고의 예방과 피해를 최소화하기 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

**Abstract** - Chemicals are widely used throughout society, and usage is expected to increase in the future. As a result, various accidents related to chemicals and dangerous substances are occurring, and the frequency of occurrence is expected to continue to increase. Thus, it is expected that this study will present problems and improvement directions through analysis of each associated agency's accident report and management system, and improve the research input system to increase efficiency in collecting and statistical calculation of chemical and hazardous accident.

**Key words** : chemicals, Hazardous material, statistics, a written investigation, firefighting

†Corresponding author:dongil@mju.ac.kr

Copyright © 2022 by The Korean Institute of Gas

## I. 서론

### 1.1 연구의 목적

위험물을 포함한 화학물질로 인한 사고는 많은 인명과 재산피해를 발생시킬 뿐만 아니라 수질오염, 대기오염 등 2차 적인 환경피해를 일으켜 규모가 광범위하고 다양한 피해가 발생한다. 하지만 위험물을 주관하는 기관과 화학물질을 주관하는 기관이 서로 다른 관점에서 통계를 관리함으로써 수치의 불일치를 보이며, 통계에 대한 불신을 안겨주고 있다.

이번 연구를 통해 위험물과 화학물질의 조사와 통계를 주관하는 각 기관의 개선방안과 정부 기관이 효율적인 화학물질을 통합관리 할 수 있는 통합 보고서 개선을 제안하고자 한다.

### 1.2 연구범위와 방법

화학물질은 일상생활 또는 산업사회에 다양하게 이용되고 있으며, 현재 전 세계적으로 총 10만여 종, 우리나라에는 4만여 종의 화학물질이 들어오고 있으며 화학물질의 사용량은 지속해서 증가할 것으로 보인다.[1]

2019년 경기도 안성시 OO 물류창고에서 발생한 폭발사고, 2021년 경기도 파주시 OO 디스플레이 공장 암모늄 계열 유해 화학물질 누출사고 등의 화학물질 관련 사고는 2차적인 피해가 발생하기 쉬워 피해가 광범위하다. 이에 화학물질의 누출, 화재, 폭발 등의 사고가 발생하게 되면, 각 관련 부처마다 사고의 원인 및 피해를 조사한다. 그러나 산업안전보건법에는 근로자에게 건강 장애를 일으키는 화학물질 및 물리적 유해인자와 위험물질로, 화학물질관리법에는 유해화학물질, 대기환경보전법에서는 환경오염물질, 폐기물관리법에서는 폐기물, 고압가스안전관리법에서는 고압가스, 액화석유가스의 안전관리 및 사업법에서는 액화석유가스, 원자력안전법에서는 원자력, 선박안전법에서는 위험물 및 산적액체 위험물 등으로 여러 법에서 각기 다른 용어를 사용하여 정의하고 사고 관련 법적 기준은 각 부처의 법령에 따라 달라 관련 사고 보고서의 형식과 내용 역시 다양하다. 따라서 본 연구에서는 현행 화학물질 사고 발생보고서를 분석함으로써 보고서 작성 시 개선방안 등을 제안하고자 한다.

## II. 본론

### 2.1 이론적 배경

#### 2.1.1 국내 화학물질 관련 기관 및 법령

국내에서는 화학물질로 인한 각종 사고의 발생을 예방하고 피해를 최소화하기 위해 관련 부처마다 법

**Table 1.** Regulatory status of chemical substances by organization[2][3][4]

관련법령 (소관부처)	화학물질명	규제목적
위험물안전관리법 제22조의2 (소방청)	위험물	화재·폭발 예방
화학물질관리법 제4조의2 (환경부)	유해화학물질	국민건강 보호, 환경위해 예방
산업안전보건법 제104조 (고용노동부)	화학물질, 위험물질	산업재해 예방, 쾌적한 작업환경 조성
고압가스 안전관리법 제26조의2 (산업통상자원부)	고압가스	화재·폭발·중독 예방

률 및 규정, 지침 등이 제정되어 운영되고 있다. 화학물질 관련 국내 법령은 다양한 기관에서 서로 다른 목적으로 규제 중이며, 그 내용은 **Table 1.**과 같다.

#### 2.1.2 동일한 화학물질에 대한 기관별 규제현황

화학물질에 관한 국내 법령은 기관마다 목적에 따라 다른 물질명을 사용하고 있지만 같은 물질임에도 불구하고 여러 법령에 중복으로 규제되고 있는 물질들을 조사하여 아래 **Fig. 1**로 나타냈다. 중복되는 화학물질의 경우, 화학물질 사고에 대한 조사서의 형식과 내용도 다양할 수 있다.[2]

#### 2.1.3 기관별 화학사고 보고서

현재 위험물 사고 발생 후 신고가 접수되면 소방기관에 출동 명령이 떨어지고 관련 기관에 통보된다. 현장 도착 후 사고 대응 활동과 사고 현장을 파악하는데, 가장 먼저 사고물질이 「위험물안전관리법」에서 정의된 위험물인지 그 외의 위험물질로 분류되는지를 확인한다. 위험물로 확인된 경우, 사고장소 위치 및 관계자 확인, 사고원인 분석 등과 현장 조치가 수행되고, 조사 결과를 바탕으로 사고유형에 따른 화재조사보고서, 사고종합보고서와 위험물 사고 발생보고서 등이 작성된다. 그러나, 사고물질이 위험물이 아닌 경우, 위험물안전관리법에 정의된 물질 또는 그로 인한 사고가 아니므로, 기존의 위험물 사고 조사서 양식에 의해 그 사고를 기술하기 어렵다. 보통 이런 경우 관련 서식을 이용한 보고는 없지만, 소방서 자체 서식 등을

화학물질 안전관리를 위한 위험물 사고 발생보고서 개선연구

연번	명칭	위험물	화학물질관리법		산업안전보건법				고압가스 안전관리법				
			유독물질	취급제한	노출	작업	관리	제조금지	허가	특성	가연성	특수	특정
1	폼알데하이드	제 4류	○	○	○	○	○						
2	메틸하이드라진	제 5류	○										
3	폼산	제 4류			○	○	○						
4	메탄올	제 4류	○		○	○	○						
5	벤젠	제 4류	○		○	○	○	○		○	○		
6	염화메틸		○		○	○	○						
7	메틸아연				○	○	○			○	○		
8	사이안화수소	제 4류	○		○	○	○			○	○		
9	염화비닐		○		○	○	○		○				
10	이황화탄소	제 4류	○		○	○	○			○	○		
11	산화에틸렌		○		○	○	○			○	○		
12	포스젠		○		○	○	○			○	○		
13	트라이에틸아민				○					○	○		
14	산화프로필렌	제 4류	○		○						○		
15	메틸에틸케톤	제 4류	○		○	○	○						
16	메틸비닐케톤	제 4류	○										
17	아크릴산	제 4류			○	○	○						
18	메틸아크릴라이트	제 4류			○								
19	나이트로벤젠	제 4류	○		○	○	○						
20	피라-나이트로플루엔		○		○								
21	염화벤잘	제 4류			○								
22	아크롤레인	제 4류	○		○					○	○		
23	알킬글로라이드	제 4류			○								
24	아크릴로나이트릴	제 4류	○		○	○	○			○	○		
25	메틸렌디아민	제 4류			○								
26	알킬알코올	제 4류	○		○								
27	메타-크레졸	제 4류	○		○	○	○						
28	톨루엔	제 4류	○		○	○	○						
29	페놀		○		○	○	○						
30	노말-부틸아민	제 4류			○								
31	트라이에틸아민	제 4류			○	○	○						
32	아세트산에틸	제 4류	○		○	○	○						
33	사이안화나트륨		○		○	○	○						
34	에틸렌아민	제 4류			○	○	○						
35	톨루엔-2,4다이아 이소시아네이트				○	○	○						
36	일산화탄소				○	○	○			○	○		
37	아크릴알클로라이드	제 4류											
38	인화아연	제 3류	○										
39	메틸에틸케톤과 산화물	제 5류			○								
40	다이아이소시아산 이소포론	제 4류	○		○								
41	나트륨	제 3류	○										
42	염화수소		○		○	○	○			○			
43	플루오르화수소		○		○	○	○			○			
44	암모니아		○		○	○	○			○	○		○
45	황산		○		○	○	○						
46	질산	제 6류	○		○	○	○						
47	삼염화인		○		○								
48	플루오린(불소)				○	○	○	○		○			
49	염소				○	○	○			○			○
50	황화수소				○	○	○			○	○		
51	아르신		○		○	○	○			○		○	○
52	클로로술폰산		○		○	○	○			○			
53	포스핀		○		○	○	○			○		○	○
54	염화포스포릴		○		○	○	○						
55	이산화염소				○	○	○						
56	다이브러진(디브란)				○	○	○			○		○	○
57	산화질소				○	○	○						
58	나이트로메탄	제 5류			○	○	○						
59	질산암모늄	제 1류											
60	헥사민												
61	과산화수소	제 6류	○		○	○	○						
62	염소산칼륨	제 1류	○										
63	질산칼륨	제 1류											
64	과염소산칼륨	제 1류											
65	과망간산칼륨	제 1류											
66	염소산나트륨	제 1류	○										
67	질산나트륨	제 1류											
68	사린												
69	염화시아		○		○								

Fig. 1. Regulatory status of chemical materials by organization [5]

통한 보고가 진행되기 때문에 이를 보완해야 한다. 따라서 본 연구에서는 위험물과 유해 화학물질에 대하여 논하고자 한다.

### 2.1.4 위험물 및 화학물질 사고통계 현황

2019년 1월부터 2019년 12월까지 1년간 통계자료를 이용하여 분석한 결과 사고 발생 건수를 비교해보면 위험물 사고는 총 64건으로 위험물과 화학물질 두 통계에서 원인으로 인적요인과 작업자 부주의에 의한 사고가 가장 많은 것으로 나타났다. 이에 대한 통계 그래프는 Fig. 2와 같다.

‘2019년 유형별 위험물 및 화학물질 사고 건수’를 살펴보면 위험물과 화학물질 모두 같은 유형을 조사했고, 위험물은 사고유형 중 화재가, 화학물질은 누출이 가장 많았다.

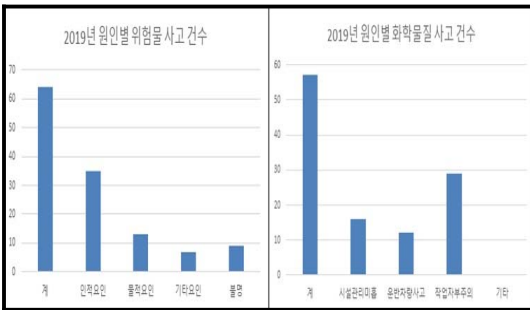


Fig. 2. Number of hazardous materials and chemicals accidents in 2019

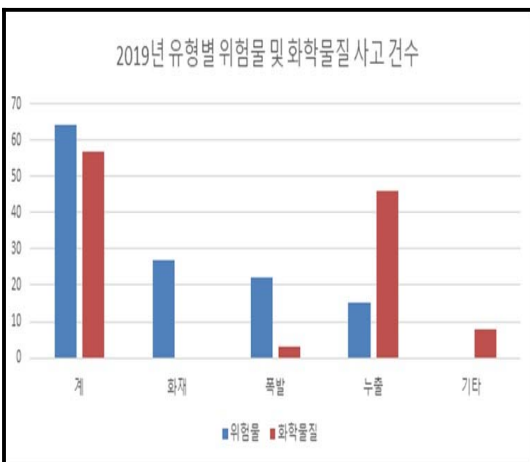


Fig. 3. Number of hazardous materials and chemicals accidents in 2019

## 2.2 화학물질 사고 관리체계

### 2.2.1 화학물질 분류기준

화학물질의 분류기준을 살펴보면 크게 단일물질로 이루어진 물리적 위험성 물질, 건강 유해성 물질, 환경 유해성 물질이 있고 혼합물로 이루어진 건강 유해성 물질, 환경 유해성 물질이 있다. 이 중 물리적 위험성 물질의 분류기준을 살펴보면 폭발성 물질, 인화성 가스, 인화성 에어로졸, 산화성 가스, 고압가스, 인화성액체, 인화성고체, 자기반응성 물질 및 혼합물, 자연발화성 액체, 자연발화성 고체, 자기발열성 물질 및 혼합물, 물반응성 물질 및 혼합물, 산화성액체, 산화성고체, 유기과산화물, 금속부식성 물질로 분류되어있으며 환경부의 「화학물질관리법」, 「화학사고 조사단 구성·운영 및 영향조사에 관한 지침」을 제정하여 관리하고 있다.



Fig. 4. Accident response system of Chemical Safety Control Room

Table 3. Classification of hazardous materials accidents

분류	내용
발생 원인	· 인적 요인: 관리·감시 부주의, 기계 등 오조작, 보수작업 부주의, 조치 소홀 · 물적 요인: 부식·노후, 설계불량, 고장·파손, 시공 불량 · 기타 요인: 방화, 교통사고, 자연재해, 외부로부터의 화재 전이, 기타, 불명
착화원	· 직화, 고온 표면열, 용접·용단 등의 불꽃, 정전기 불꽃, 전기불꽃, 충격 불꽃, 자연 발열·자연발화, 화학반응열, 마찰열·과열, 기타, 불명
사고 유형	· 화재: 가연물이 빛과 열을 수반하는 산화반응 · 폭발: 물질이 급격히 팽창하여 빛과 소리 혹은 충격적인 압력을 수반하여 순간 연소하는 현상 · 누출: 위험물의 누출에 의한 사고
화재·폭발 경위	· 제조소 등 내부에서 출화하여 당해 제조소 등 내부에서 그친 경우 · 제조소 등 내부에서 출화하여 제조소 등 외부로 확대된 경우 · 제조소 등 외부에서 출화하여 제조소 등으로 전이된 경우 · 제조소 등의 위험물이 누출되어 제조소 등 외부에서 출화한 경우
누출	· 제조소 등 내부에서 누출되어 당해 제조소 등 내부에서 그친 경우 · 제조소 등 내부에서 누출되어 제조소 등 외부로 확대된 경우
장소	제조소, 옥내저장소, 옥외저장소, 옥내탱크저장소, 옥외탱크저장소, 지하탱크저장소, 간이탱크저장소, 이동탱크저장소, 암반탱크저장소, 판매취급소, 일반취급소, 기타
물질	제1류: 산화성 고체, 제2류: 가연성 고체, 제3류: 자연발화성 및 금수성 물질 제4류: 인화성 액체, 제5류: 자기반응성 물질, 제6류: 산화성 액체
인명 피해	· 사망자: 위험물 사고현장에서 사망하거나, 사고 시간으로부터 72시간 이내에 사망한 자 · 중상자: 위험물 사고로 인하여 3주 이상의 치료를 요하는 진료소견을 받은 자 · 경상자: 사망자 및 중상자 이외의 자)

2.2.2 화학물질 사고조사 체계

현재 화학물질안전원에서는 화학안전종합상황실을 24시간 운영하고 있으며, 화학안전종합상황실 화학 사고대응 체계는 Fig. 4와 같다.

2.3 위험물 사고 관리체계

2.3.1 위험물 분류기준

대한민국의 법률(위험물안전관리법)에서 이야기하는 위험물의 일반적인 성질과 특징은 산화성고체, 가연성고체, 자연발화성 및 금수성 물질, 인화성액체, 자기반응성 물질, 산화성액체 6가지로 분류하고 있다. 각각의 특성을 갖는 화학물질을 위험성에 따라 지정수량을 규정하여 관리하고 있으며, 위험물 관련 법령은 「대형화재 등 소방합동조사단 편성·운영에 관한 규정(훈령 제155호)」, 「소방기본법 화재조사 및 보고규정(훈령 제1호)」, 「위험물안전관리법 위험물규제업무처리규정(훈령 제125호)」이 있다.

2.3.2 위험물 사고 분류

위험물 사고란 위험물이 사람의 의도에 반하거나 고의에 의해 발생하는 연소현상으로서, 소화시설 등을 사용하여 소화할 필요가 있는 화재, 압력의

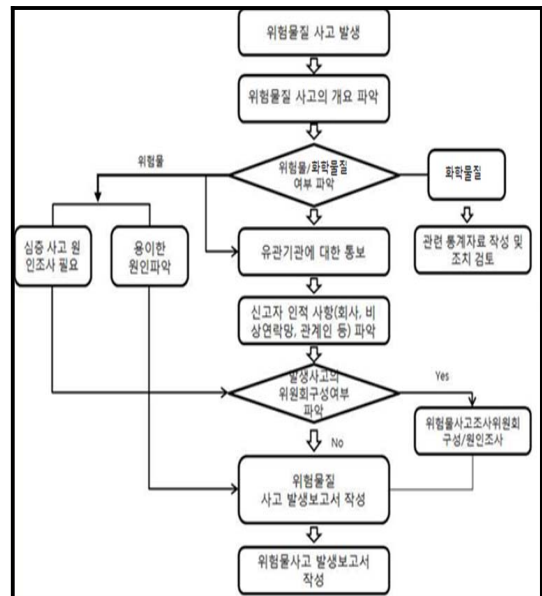


Fig. 5. Investigation system of hazardous materials accident [5]

Table 4. Case of hazardous materials accident

순번	발생 일자	주소(대상)	발생 유형 및 위험물 성분	발생 원인	연소물질		통계	
					위험물	화학물질	위험물	화학물질
1	2008.01.07	이천시 호법면 ○○○냉동	· 건축, 구조물 화재 · 우레탄폼 유증기에 불티 · 소시아네이트, 폴리올	미상 (유증기 채류 추정)	○	○	X	X
2	2019.04.30	군포시 당정동 ○○○○	위험물, 가스제조소 등 화재툴루엔, 자일렌 등 유기화합물이 대량 보관	미상 (입증불가)	○	○	○	X

급격한 개방 또는 발생으로 격렬한 폭음을 동반하며 팽창 또는 파열하는 현상의 폭발 등의 인적 및 물적 피해를 가져오는 사고를 말하며, Table 3과 같이 구분할 수 있다.

### 2.3.3 위험물 사고조사 체계

위험물 사고조사 체계는 위험물규제업무처리규정 제4장 사고조사에 정의되어 있으며, 위험물 사고 발생 시 행해지는 조사체계를 도식화하면 Fig. 5와 같다.[5]

## 2.4. 위험물 사고조사의 문제점

### 2.4.1 불명확한 사고 조사기준

위험물안전관리법 제22조의 2항을 보면 ‘①소방청장, 소방본부장 또는 소방서장은 위험물의 누출·화재·폭발 등의 사고가 발생하였을 때 사고의 원인 및 피해 등을 조사하여야 한다.’라고 되어 있다. 그러나 소방에서의 위험물 누출 등의 사고조사는 위험물 시설이 아닌, 이외의 장소에서 화재 등의 위험물 사고가 발생한다면, 그 위험물질의 품명과 지정수량을 먼저 파악하여, 지정수량 이상일 때 현장에 조사를 나가고, 지정수량 미만의 위험물일 경우에는 관할 소방서의 화재조사관의 조사 활동에 맡겨서, 위험물에서 사고가 발생하였으나, 결국 통계에 합산되지 않는 오류가 생기기도 한다. 이는 위험물 사고통계를 기반으로 유사한 사고를 대비하기 위한 행정의 목적과 어긋나기에, 법률에 명시되어 있는 기준치 미만의 위험물로도 법에서 정의한 사람의 생명 신체 재산 등 피해를 준다면, 위험물 사고의 원인 및 피해 등의 조사범위 안에 있는 것이 옳을 것이다. 또한, 위험물안전관리법 제5조(위험물의 저장 및 취급의 제한)가 지정한 수량 미만의 위험물은 제조소 등 이외의 장소에서 저장, 취급이 가능하다는 것이며, 제4조(지정수량 미만인 위험물의 저장 또는 취급)에 따라 특별시, 광역시, 특별자치시, 도 및 특별자치도(이하 “시, 도”라 한다)에서 저장, 취급이 가능하다. 도시 밀집도가 높은 지역과 농어

촌 지역의 차이를 반영한 현실적인 규제기준 설정을 위함이지만, 결국 소량위험물에 대한 조사기준이 모호해질 수밖에 없으며, 이는 사고조사 시간과할 수 없는 요인이 될 수밖에 없다.

### 2.4.2 서술식 조사서의 한계

현재 위험물과 화학물질 보고서 양식은 화재 발생 내지는 누출사항 발생 시 1차로 화재조사관이나 현장 활동 대원이 현장조사를 진행하여, 원인을 파악한다. 그 후 위험물 담당자가 출동하여 2차 조사를 진행하여 사고원인과 문제점을 파악하고, 필요시 유관기간에 통보한다. 이후 유관기관에서 협조하여 3차 조사를 진행한다. 2 그러나, 2차나 3차로 현장에 도착하여 기록하기에는 이미 현장이 정리되고 복구되는 경우도 많다. 또한 화재발생종합보고서나 화재현장조사서, 구조활동일지 등을 기초로 하여 작성을 하게 되는데, 이마저도 조사서가 서술식으로 되어 있어, 위험물 담당자가 작성에 어려움이 있으며, 출동하는 유관기관 대부분이 같은 처지에 있는 것으로 파악됐다. [6]

### 2.4.3 부적정한 위험물 사고통계 사례분석

Table 4의 위험물 사고사례를 살펴보면 화재유형별로 위험물 사고가 발생하였으나, 위험물이 지정수량 미만인 경우, 발화요인이 위험물로 추정되나 발화 원인이 미상으로 입증 불가능한 경우 등 여러 사유로 인해서 제외된 경우와 위험물통계에 반영되었더라도, 더 큰 범주인 화학물질의 통계에 포함되지 않은 경우를 표본으로 조사해 보았다.

#### 1) 2008.01.07. 이천시 호법면 ○○○냉동 사고

이천시 호법면 ○○○냉동창고는 화재건물 내부의 우측 코너 끝에서 전기공사 마무리 작업을 하던 중 동 건물 우측 끝부분에서 “불이야”하는 소리에 급히 외부로 탈출과 동시에 급격한 연소 형태를 하여 조사한바, 냉동창고 내에서 미상의 유증기가 채류하고 있

다가 원인을 알 수 없는 발화 열원에 의하여 착화, 발화되면서 급격하게 연소한 것으로, 화재 발생 당일 우레탄폼 유증기가 채류가 된 것으로 추정되며, 우레탄폼은 이소시아나산에스테르, 폴리올과 같은 성분이 포함되어 위험물에 해당하나 화재로 인해 명확한 증거의 부존재로 미상으로 된 화재로 위험물통계에서 제외된 화재이다.

## 2) 2019.04.30. 군포시 당정동 ○○○○ 사고

군포시 당정동 ○○○○ 위험물 제조소 등의 화재로 건물 5동 위험물 제조소 내부에서 발생하였고 1, 2층 건물 전체가 전소되었으며 주변으로 연소 확대되어 6동, 7동 및 수성공장 일부가 부분 소실되었고, 다량의 위험물 취급대상으로 화재 초기 급격하게 연소 확대되어 대응 3단계까지 발령된 화재로, 최초 발화 장소인 5동 1층에서 최종작업자가 나오고 얼마 지나지 않아 최초 목격자가 발견하였을 때는 5동 건물 상당한 부분이 연소 진행된 점으로 보아, 5동 위험물 제조소 내 설비에서 발생하여 있던 열에 화학물질 등의 발화 가능성이 있으나, 현장의 소훼상태가 심하고 붕괴되어 있으며 CCTV 분석으로도 입증이 불가한 원인 미상의 화재이다. 위험물 제조소에서 발생하여 위험물 화재 통계에 포함이 되었으나, 포괄적인 화학물질 사고로는 누락된 화재이다.

## 2.5. 개선 방안

### 2.5.1 위험물 사고 발생보고서 개선

첫째, 세부적인 조사 항목을 추가하여 조사서의 완결성을 높이고자 한다. 위험물과 화학물질 보고서 양식을 통일함으로써, 1차로 현장에 출동한 소방대에 의해 현장조사가 이루어진 후, 위험물 담당자가 현장에 출동하여 2차 조사에 입할 때는, 조사서에 이미 표시된 사고원인과 문제점을 인계하여 추가로 세부적으로 조사하고, 유관기관에 통보를 하여, 3차 조사에서도 보고서 공유를 통한 유관기관 협조로 마무리를 하게 된다. 물론 추가로 발생하는 조사서상에 담지 못하는 세부사항은 뒤편의 서술형 별지를 첨부하여 조사가 이루어지도록 하여, 부족한 조사서의 단점을 보완할 것이다.

둘째, 체크가 가능한 항목을 선정하여 현장 조사의 신속성을 높이고자 한다. 화학물질과 관련된 국내 법령에 기반한 사고 조사서는 모두 서술형으로 기술하게 되어 있다. 신속하게 현장을 파악해야 하는 사고 현장이라면, 평정심을 유지하며 모든 상황을 파악하기는 힘들 것이며, 이는 부실한 상황 파악으로 이어져 초동조치 미흡부터 통계가 맞지 않는 상황까지 발생하게 된다. 이에 체크만으로 상황이 파악 가능한 항목을

선정하여 신속하게 조사를 마무리하고, 수습에 지장이 없도록 해줄 것으로 기대된다.

셋째, 위험물 외에 화학물질도 조사서 내에 체크가 가능하도록 항목을 추가하였다. 위험물의 유형과 화학물질의 유형이 달라서 건수가 다를 수밖에 없는 것을 감안하더라도, 위험물을 포함하는 화학물질 사고의 발생 건수가 위험물 사고 발생 건수보다 적은 것은 오류가 있어 보인다. 이를 보완하고자 위험물(제1~6류 위험물)과 화학물질(제1~6류 위험물 제외) 두 가지로 범위를 지정하고, 두 종류의 물질 앞에 체크박스를 두어 표시할 수 있도록 하였다. 화학물질 사고라면 두 가지 중 하나는 반드시 선택됨으로써 통계에서 누락되지 않을 것으로 기대된다.

### 2.5.2 화학물질 관련 규정 개선

첫째, 위험물과 화학물질 사고 시 조사와 통계의 기준 정립이 필요하다. 위험물 누출, 화학물질 누출 등의 사고 조사의 기준이 되는 위험물안전관리법 제22조의2의 ①항과 화학물질관리법 제4조의2 ②항에 보면 국가 및 지방자치단체는 화학물질의 관리를 위한 오염도 측정, 조사·연구, 기술개발, 전문인력 양성, 교육 및 홍보시책 등을 마련하여야 하고, 물질의 안전관리에 필요한 행정적·기술적·재정적 지원을 하여야 한다. 위험물과 화학물질의 양과 관계없이 누출·화재·폭발 등의 사고가 발생한 경우 소방을 포함한 유관기관은 협력하여 사고의 원인 및 피해 등을 조사하여야 한다. 위험물 사고는 위험물과 화학물질을 주로 다루는 허가된 장소에서만 한정하여 일어나지 않으며, 항상 지정수량 이상인 위험물과 화학물질에서만 발생하는 것이 아니다. 실제로, 다양한 장소와 물질의 사고가 발생하고 있어, 사고 시 신속하게 조사를 시행하고, 통계를 적용해 관리하는 것이 타당할 것으로 사료된다.

둘째, 발생 장소에 따른 위험물에 통계로 잡히지 않는 오류를 해소하고자 한다. 앞서 기술한 바와 같이 소량의 위험물로도 사람의 생명 신체 재산 등 피해를 줬다면, 위험물안전관리법 제22조의2의 ①항에 의거 위험물의 종류와 양에 상관없이 위험물의 누출·화재·폭발 등의 사고가 발생한 경우 사고의 원인 및 피해 등을 조사하여야 한다. 과거, 위험물 제조소 등이 아닌 일반 건물에 위험물 사고로 출동을 하였더라도, 지정 수량 미만이면 일반건축물 화재에 해당이 되어 위험물 관련 화재에서 제외되었고, 유관기관이 출동하지 않아 화학물질 통계에도 누락이 되는 것을 살펴보았다. 그러나, 이처럼 NFPA 472 Recommended Practice for Responding to Hazardous Materials Incidents(1989 edition)의 위험물질 정의처럼 사람의 생명·신체·재산

보고일시		0000.0.0/00:00					
보고자		(소속 / 직책)					
<b>화학물질 사고 발생보고서</b>							
1. 사고 물질의 종류 <input type="checkbox"/> 유해화학물질 <input type="checkbox"/> 위험물 (중복체크 가능)							
2. 발생장소 <input type="checkbox"/> 건축·구조물 <input type="checkbox"/> 자동차·철도차량 <input type="checkbox"/> 위험물·가스 제조소 등 <input type="checkbox"/> 선박·항공기 <input type="checkbox"/> 입야 <input type="checkbox"/> 기타							
사고 대상 개요	사건종류						
	소재지						
	제조소등 유형	제조소등 구분	특공물질명	유별	품명	허가량 또는 수량 (# 또는 kg)	지정수량 톤수
	설비 운영개요						
사고 개요	사고일시(요일)						
	202. ( )		사고장소				
	최초발견위치	유별	품명	발견명(제품명)	CAS 번호	구경비	
	사고발생개요						
피해현황		인명 피해			재산 피해		
사고 유형 <input type="checkbox"/> 화재 <input type="checkbox"/> 폭발 <input type="checkbox"/> 누출							
사고 특산 과정	화재·폭발	<input type="checkbox"/> 제조소등 내부에서 ( <input type="checkbox"/> 발화, <input type="checkbox"/> 폭발)하여 방해 제조소등 내부에서 그런 경우 <input type="checkbox"/> 제조소등 내부에서 ( <input type="checkbox"/> 발화, <input type="checkbox"/> 폭발)하여 방해 제조소등 외부로 확대된 경우 <input type="checkbox"/> 제조소등 외부에서 ( <input type="checkbox"/> 발화, <input type="checkbox"/> 폭발)하여 방해 제조소등으로 전이된 경우 <input type="checkbox"/> 제조소등의 외관물이 누출되어 제조소등 외부에서 ( <input type="checkbox"/> 발화, <input type="checkbox"/> 폭발)한 경우 <input type="checkbox"/> 제조소등 내부에서 누출되어 해당 제조소등 내부에서 그런 경우 <input type="checkbox"/> 제조소등 내부에서 누출되어 제조소등 외부로 확대된 경우					
	누출	<input type="checkbox"/> 인·출구 작업 <input type="checkbox"/> 화공작업 작업 <input type="checkbox"/> 기타 <input type="checkbox"/> 특수 작업 작업 <input type="checkbox"/> 일반 <input type="checkbox"/> 설비관리작업 <input type="checkbox"/> 유지·보수 작업 <input type="checkbox"/> 설치·설거 작업 <input type="checkbox"/> 운송·유량작업 <input type="checkbox"/> 보관 작업 <input type="checkbox"/> 점검작업					
사고 직접 유형	취급유체근접원인	<input type="checkbox"/> 인·출구 작업 <input type="checkbox"/> 화공작업 작업 <input type="checkbox"/> 기타 <input type="checkbox"/> 특수 작업 작업 <input type="checkbox"/> 일반 <input type="checkbox"/> 설비관리작업 <input type="checkbox"/> 유지·보수 작업 <input type="checkbox"/> 설치·설거 작업 <input type="checkbox"/> 운송·유량작업 <input type="checkbox"/> 보관 작업 <input type="checkbox"/> 점검작업					
	설비관리작업						
	운송·유량작업						
사고 원인	인적 부주의	<input type="checkbox"/> 취급·취급 부주의 <input type="checkbox"/> 운송·유량 부주의 <input type="checkbox"/> 부작·부복 부주의			<input type="checkbox"/> 화기 취급 부주의 <input type="checkbox"/> 작업장 관리 미흡 <input type="checkbox"/> 체계화장		
	물질 요인	<input type="checkbox"/> 고압·파손 <input type="checkbox"/> 저장·유출 요인			<input type="checkbox"/> 시공불량 <input type="checkbox"/> 위험물 취급의 결이		
	외부적 요인	<input type="checkbox"/> 방화 <input type="checkbox"/> 기타 요인			<input type="checkbox"/> 이상현황 <input type="checkbox"/> 기타 ( )		
	결연미상	<input type="checkbox"/> 불명 <input type="checkbox"/> 전파 <input type="checkbox"/> 장전기 <input type="checkbox"/> 충격·마찰·폭발 <input type="checkbox"/> 자연발화 <input type="checkbox"/> 복사열 <input type="checkbox"/> 자연적 요인(날씨, 햇빛, 산들 등)					
사고전 조치현황 (최근 2년간)	소방관서	입시		위반내용		조치구분	
	주거개인	입시		경정내용(경정명)			
취급유체 위반사항		취급 목적	위반내용			조치 목적	처분내용
연소특 대 개요 (1)	제조소 등 유형	제조소등 구분	특공물질명	유별	품명	허가량 또는 수량 (# 또는 kg)	지정수량 톤수
	소행단위도 등 소행시점의 종류						
	연소특대 차량(경회)	<input type="checkbox"/> 전이·화장·폭발 <input type="checkbox"/> 복사열 <input type="checkbox"/> 기타 ( )			<input type="checkbox"/> 고압·파손 <input type="checkbox"/> 충격(비상급 등)에 의한 충격·폭발 <input type="checkbox"/> 불명		
연소특 대 개요 (2)	제조소 등 유형	제조소등 구분	특공물질명	유별	품명	허가량 또는 수량 (# 또는 kg)	지정수량 톤수
	소행단위도 등 소행시점의 종류						
	연소특대 차량(경회)	<input type="checkbox"/> 전이·화장·폭발 <input type="checkbox"/> 복사열 <input type="checkbox"/> 기타 ( )			<input type="checkbox"/> 고압·파손 <input type="checkbox"/> 충격(비상급 등)에 의한 충격·폭발 <input type="checkbox"/> 불명		

Fig. 6. Improvement Plan of hazardous materials accident report



**Table 5.** Proposed improvement plan

기존	개선
서술식 조사서	객관식으로 변경 및 조사 항목 추가
지정장소가 아니거나 지정 수량 미만의 소량의 위험 물질의 통계 누락	위험물 이외의 사고원인이 되는 화학물질을 항목에 추가
	조사와 통계의 기준 정립
	발생장소 및 지정 수량에 상관없는 사고조사

그리고 환경 등에 피해를 줄 수 있는 물질 및 물체로 사고 발생한 것이 명백한데도, 단지 장소와 지정 수량을 기준으로 삼는다면, 위험물로 인한 안전의 사각지대에 놓일 수밖에 없게 될 것이다.

### III. 결론

위험물을 포함한 화학물질로 인한 사고는 많은 인명과 재산피해뿐만 아니라 수질오염, 대기오염 등 2차적인 환경피해를 일으켜 규모가 광범위하고 복잡·다양한 피해가 발생하고 있다. 하지만 현재 국내에서는 관련 부처마다 법률, 규정, 지침이 제정되어 운영되고 있음에도 불구하고, 동일한 화학물질에 대해 기관별로 중복 규제하고 있는 등 현행 화학물질 규제에 대한 여러 문제점을 알 수 있었다. 또한 위험물 및 화학물질의 분류기준을 통한 사고조사체계를 알아보고, 그동안 발생한 사고사례를 표본 자료로 추출하여, 불명확한 사고 조사기준, 부적정한 위험물 사고통계에 대해 알 수 있었으며, 화학사고 발생 시 보고서 서식을 비교 분석하여 서술식 조사서의 한계 또한 알 수 있었다. 본 연구에서 제안한 Fig. 6의 화학물질 사고관리를 위한 위험물 사고 발생보고서 개선안을 활용함으로써 기대되는 효과는 다음과 같다.

첫째, 위험물과 화학물질 사고 발생보고서 양식을 통일하고, 세부적인 조사 항목을 추가하여 조사서의 완결성을 높이고자 하였다.

둘째, 기존의 서술형 조사서를 벗어나 체크가 가능한 항목을 선정하여 현장에서 신속하게 조사를 마무

리하고, 수습에 지장이 없도록 해줄 것이다.

셋째, 위험물 외에 화학물질도 조사서 내에 체크가 가능하도록 항목을 추가하였다. 이를 통해, 화학물질 사고라면 두 가지 중 하나는 반드시 선택됨으로써 통계에서 누락되지 않으리라고 기대된다.

이상의 연구결과들을 바탕으로 본연구에서 제안한 개선방안에 따라 기존의 문제점들을 점진적으로 개선하여, 신속하고 객관적인 사고조사를 통해 정확한 통계자료와 통일된 조사 결과를 도출한다면, 이를 바탕으로 한 기초행정자료를 적절할 수 있을 것이며, 연구자료로 활용하여 유사 사고의 발생을 예방하고 피해를 최소화할 수 있을 것으로 기대한다.

### 감사의 글

본 연구는 산업통상자원부 지식서비스산업기술개발사업-서비스핵심기술개발(20009265, 산업현장 화학물질 접촉 증상과 산업통상자원부 스마트 디지털 엔지니어링 전문인력양성사업(P0008475-G02P0457 0001901)의 연구비지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

### REFERENCES

- [1] Shin, E.J., Koh. M.S., “Multi-dimensional analysis of the safety stakeholders using data analytics for the improvement of hazardous materials safety management”, *Journal of the Korean Institute of Gas*, S 24(5), 89-91, (2020)
- [2] 위험물안전관리법 제22조의 2(2021. 10. 21.)
- [3] 화학물질관리법 제4조의 2(2021. 11. 19.)
- [4] 고압가스 안전관리법 제26조의 2(2021.12.16.)
- [5] Fire Response Investigation Division, “Basic Research on GHS Hazardous Materials Accident Investigation”, *Proceedings of the Korea Institute of Fire Science and Engineering Conference 2017*, 15-32, (2017)
- [6] Kim, I.B., “Analysis and Suggestion on Current Hazardous Material Accident Report”, *Korean Institute of Hazardous Materials*, 6(1), 99-104, (2018)